

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年6月7日 (07.06.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/41204 A1

(51) 国際特許分類⁷: H01L 21/3205,
21/3213, 21/768, C23C 18/02

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/08418

(22) 国際出願日: 2000年11月29日 (29.11.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願平 11/340220
1999年11月30日 (30.11.1999) JP
特願平 2000-303816
2000年10月3日 (03.10.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒
144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 福永 明 (FUKU-
NAGA, Akira) [JP/JP]. 堀江 邦明 (HORIE, Kuniaki)

[JP/JP]. 小樽直明 (OGURE, Naoaki) [JP/JP]. 加藤隆
男 (KATO, Takao) [JP/JP]. 長澤 浩 (NAGASAWA, Hi-
roshi) [JP/JP]. 梶田真二 (KAJITA, Shinji) [JP/JP]. 久保
田誠 (KUBOTA, Makoto) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都大
田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内 Tokyo
(JP).

(74) 代理人: 渡邊 勇, 外 (WATANABE, Isamu et al.); 〒
160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西
新宿4階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

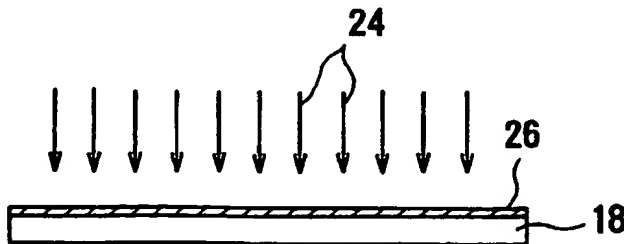
添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR FORMING THIN FILM OF METAL

(54) 発明の名称: 金属薄膜の成膜方法及びその装置



(57) Abstract: A method of forming thin film of metal
such as copper or silver on a substrates of semiconductor
or other material comprises the steps of providing a disper-
sion of a metal organic compound in a predetermined sol-
vent, applying the dispersion to the surface of a substrate
and then evaporating the solvent to form a coating layer,
and irradiating the coating layer with an energy beam to
remove the organic substance by decomposition so that the
metal in the coating layer can combine. According to the
method, thin film of metal of high quality can be provided
efficiently. Such thin film can be advantageously used for

metallized interconnections in large-scale integration of a semiconductor device.

WO 01/41204 A1

[続葉有]



(57) 要約:

本発明は、半導体その他の基板の表面に銅や銀等の金属薄膜を成膜する金属薄膜の成膜方法及びその装置に関し、金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を用意する工程と、前記分散液を基板の表面に塗布し溶媒を蒸発させてコーティング層を形成する工程と、前記コーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去して該コーティング層に含まれる金属を結合させる工程を有する。本発明によれば、品質の良い金属薄膜を効率良く安定的に形成することができ、この金属薄膜を半導体回路の高集積化に対応する金属配線として用いることにより、半導体デバイスの製造方法の進歩に寄与することができる。

明 細 書

金属薄膜の成膜方法及びその装置

技術分野

本発明は、半導体その他の基板の表面に銅や銀等の金属薄膜を成膜する金属薄膜の成膜方法及びその装置に関し、特に、半導体基板上に形成された高度集積回路における微細な金属配線を形成するのに使用して好適な金属薄膜の成膜方法及びその装置に関する。

背景技術

半導体基板上に配線回路を形成するための材料としては、アルミニウムまたはアルミニウム合金が一般に用いられており、これをスパッタリング、CVD等の方法で成膜した後、エッチング等によりパターン形成していた。近年の集積度の向上に伴い、より伝導率の高い銀や銅またはその合金を配線材料に採用することが要求されているが、これはドライエッチングが難しいので、予め形成された配線パターン溝を有する基板をめっき液中に浸漬させて電解又は無電解めっきを行い、溝に銀や銅またはその合金を充填する方法が提案されている。

しかしながら、エッチング等によりパターン形成する方法では、工程数が多くなるばかりでなく、エッチングの困難な金属については、パターン形成が事実上不可能であった。また、めっき法は、安価でかつ技術的に完成度が高い技術であるが、電解めっきでは導電性材料上にしか成膜ができず、また、無電解めっきでは、めっき液中に含まれる物質が、環境や作業労働環境へ与える影響が問題となっている。このため、エッチングやめっきを行うことなく金属配線を形成できるようにした技術の

開発が強く望まれていた。

発明の開示

本発明は上記に鑑みて為されたもので、従来の成膜方法に替わって、品質の良い金属薄膜を効率良く安定的に形成することができるようにした金属薄膜の成膜方法及びその装置を提供することを目的とする。

請求項 1 に記載の発明は、金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を用意する工程と、前記分散液を基板の表面に塗布し溶媒を蒸発させてコーティング層を形成する工程と、前記コーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去して該コーティング層に含まれる金属を結合させる工程を有することを特徴とする金属薄膜の成膜方法である。

これにより、金属含有有機化合物に含まれる金属成分を基板表面に均一に分散させ、この金属含有有機化合物中の有機物をエネルギービームの照射によって簡便かつ効率良く除去して、基板の表面に金属含有有機化合物に含まれる金属成分からなる高品質な金属薄膜を形成することができる。

請求項 2 に記載の発明は、前記分散液中に金属粉末を分散させたことを特徴とする請求項 1 記載の金属薄膜の成膜方法である。これにより、金属粉末によって金属薄膜の厚みを増すことができる。

請求項 3 に記載の発明は、金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を用意する工程と、前記分散液を基板の表面に塗布し溶媒を蒸発させてコーティング層を形成する工程と、前記コーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去し該コーティング層に含まれる金属を結合させて金属パターンを形成する工程と、前記基板の表面に残った金属含有有機化合

物を溶媒で溶解して除去する工程を有することを特徴とする金属薄膜の成膜方法である。

これにより、エネルギービームを照射した照射部位に位置する金属含有有機化合物の少なくとも一部を構成する金属のみからなる所定の金属パターンを、エッチングやめっきを行うことなく、基板の表面に形成することができる。

請求項 4 に記載の発明は、基板の表面に絶縁膜を形成する工程と、該絶縁膜の表面を化学機械研磨処理する工程とを更に有することを特徴とする請求項 3 記載の金属薄膜の成膜方法である。これにより、基板の表面に形成した金属パターンを絶縁膜で互いに分離させ、金属パターンの表面を外部に露出させることができる。

請求項 5 に記載の発明は、前記金属含有有機化合物は、平均粒径が 1 ～ 100 nm の実質的に金属成分からなるコア部と、該コア部に化学的に結合した有機物からなる被覆層とからなる複合金属超微粒子及び／または金属錯体であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の金属薄膜の成膜方法である。

少なくとも一部が金属からなる超微粒子を製造する方法として、金属を真空中、若干のガスの存在下で蒸発させることによって気相中から金属のみからなる超微粒子を凝結させて、超微細な金属微粒子を得る方法が提案されている。しかしながら、このような物理的なプロセスを用いる方法では、金属超微粒子の生成量が少ないので、大量生産に向いておらず、また、金属を蒸発させるために電子ビーム、プラズマ、レーザー、誘導加熱等の装置が必要なのでコストが高くなってしまう。また、粒径分布が大きいので、加熱処理しても一部が溶融しないままとなるので、均一で抵抗値の低い金属薄膜が得られない。

また、このような金属のみからなる超微粒子を用いる場合には、分散

液中において超微粒子が凝集してしまい、超微粒子分散液による被覆が不均一になるという課題がある。これを解決するために、適当な界面活性剤を加えて保護コロイド化することが考えられるが、それでも分散安定性という面では不十分である。

この発明の複合金属超微粒子の結合形態は、金属成分からなるコア部と、被覆層を構成する有機化合物とが金属原子を共有しているか、あるいは有機化合物がコア部とイオン結合により錯体類似構造を形成していると考えられるが、詳細は明確になっていない。このような複合金属超微粒子は、液相中での化学的なプロセスにおいて作製することができるので、大がかりな真空装置を用いることなく、簡単な装置を用いて通常の大気雰囲気下において大量生産が可能であり、コストが安価である。しかも、粒径が均一であるので一定温度で全ての複合金属超微粒子どうしが融着する。そして、この複合金属超微粒子は、周囲を有機金属化合物で被覆されているので、溶媒中における凝集性が小さく、従って、基板表面に均一に分散させることが容易である。また、複合金属超微粒子が安定であってハンドリングがしやすく、溶媒を飛散させた後も、加熱分解させるまでは化学的安定性を維持することができ、工程管理が容易である。

請求項 6 に記載の発明は、前記実質的に金属成分からなるコア部の平均粒径が 1 ～ 20 nm であることを特徴とする請求項 5 記載の金属薄膜の成膜方法である。金属含有有機化合物として使用される金属超微粒子の融点は、粒径が小さくなると低下することが知られているが、その効果が現れはじめるのは 20 nm 以下であり、10 nm 以下になるとその効果が顕著となる。従って、前記超微粒子の平均粒径は、1 ～ 20 nm、特に 1 ～ 10 nm であるのが好適である。

請求項 7 に記載の発明は、前記エネルギービームが電子線であり、空

気中、不活性ガス中または真空中で該エネルギービームの照射を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の金属薄膜の成膜方法である。このエネルギービームとしては、各種のものが利用できるが、特に電子ビームが効果的であり、電子ビームの加速電圧は、より好適には 150 kV 以下である。また、特定のパターンを焼き付ける際は、ビームを走査させることにより焼き付けてもよく、或いはマスクパターンを介して焼き付けてもよい。

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の成膜方法によって形成された配線を有することを特徴とする半導体装置である。

請求項 9 に記載の発明は、金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を基板の表面に塗布する分散液供給装置と、前記基板の表面に塗布した分散液中の溶媒を蒸発させて形成したコーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去して該コーティング層に含まれる金属を結合させるエネルギービーム照射装置とを有することを特徴とする金属薄膜の成膜装置である。

請求項 10 に記載の発明は、基板の表面に絶縁膜を形成する絶縁膜形成装置と、基板の表面に化学機械研磨処理を行って余分な絶縁膜を除去する研磨装置を更に有することを特徴とする請求項 9 記載の金属薄膜の成膜装置である。

請求項 11 に記載の発明は、前記分散液供給装置は、前記基板の表面に塗布した金属含有有機化合物中の溶媒蒸発も行うことを特徴とする請求項 9 または 10 記載の金属薄膜の成膜装置である。

請求項 12 に記載の発明は、前記基板の表面に塗布した金属含有有機化合物中の溶媒を予備乾燥させる予備乾燥装置を更に有することを特徴とする請求項 9 または 10 記載の金属薄膜の成膜装置である。これによ

り、例えば、スピンコート等によるスピンドライ（風乾）のみでは乾燥しきれない有機溶媒を完全に乾燥させて、金属薄膜にボイドが発生することを防止することができる。

請求項 1 3 に記載の発明は、前記各装置が、基板の流れ方向に沿って、屋内設備内にシーケンス状に配置されていることを特徴とする請求項 8 乃至 1 2 のいずれかに記載の金属薄膜の成膜装置である。これにより、一連の作業を連続的に行うことができる。

請求項 1 4 に記載の発明は、前記各装置が、内部に搬送ロボットを配置した中央の搬送室を中心として放射状に配置した各部屋に個別に収納されていることを特徴とする請求項 8 乃至 1 2 のいずれかに記載の金属薄膜の成膜装置である。これにより、各作業を個別に行い、かつ組合わせて処理することができる。

請求項 1 5 に記載の発明は、前記各装置をフィードバック管理で制御するコンピュータを更に有することを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の金属薄膜の成膜装置である。これにより、後工程における処理状況を前工程に反映させ、工程を一体化して最適化することで、製品品質を向上させるとともに、歩留まりを上げることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態の金属薄膜の成膜方法を工程順に示す図である。

図 2 は、原料となる超微粒子の構造を模式的に示す図である。

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態の金属薄膜の成膜方法により、コーティング層を形成した時の状態を示す図である。

図 4 は、同じく、エネルギービームの照射の説明に付する図である。

図 5 は、同じく、基板の表面に残った超微粒子を除去した時の状態を

示す図である。

図 6 は、同じく、絶縁膜を吹き付けた後の状態を示す図である。

図 7 は、同じく、CMP 処理を施した後の状態を示す図である。

図 8 は、本発明の成膜装置の外観図である。

図 9 は、本発明の成膜装置のクリーンルーム内に配置した例を示す図である。

図 10 は、本発明の成膜装置の配置図である。

図 11 は、本発明の成膜装置の分散液供給装置の一部を切断して示す図である。

図 12 は、同じく、縦断面図である。

図 13 は、本発明の成膜装置の予備乾燥装置の断面図である。

図 14 は、本発明のエネルギービーム照射装置の外観図である。

図 15 は、同じく、エネルギービーム発生器の正面図である。

図 16 は、同じく、基板にエネルギービームを照射している時の説明に付する図である。

図 17 は、本発明の研磨装置の概要図である。

図 18 は、本発明の成膜装置の他の例を示す平面配置図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 A 乃至図 1 D は、基板の全面に金属薄膜を成膜するようにした本発明の第 1 の実施の形態の金属薄膜の成膜方法を工程順に示す。

先ず、図 1 A に示すように、金属超微粒子及び／または金属錯体からなる金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液 10 を用意する。なお、この例にあっては、分散液 10 の中に、例えば $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 、好ましくは $8 \mu\text{m}$ 程度の金属粉末を分散させても良く、このように金属

粉末を分散させることで、金属薄膜の膜厚を厚くすることができる。

金属超微粒子の分散液としては、例えば、

①真空室中で不活性ガスの圧力を10 torr以下とする雰囲気のもとで金属を蒸発させ、真空室に、炭素数5以上のアルコール類の1種類以上を含有する有機溶剤、又は有機エステル類の1種類以上を含有する有機溶媒の蒸気を同時に導入して、精製した金属の超微粒子表面を該有機溶媒で覆うようにした金属ペーストの製造方法、

②アルカリハライド等の表面に真空蒸着によって作成した多重双晶粒子を、アルカンチオールなどの金属表面への吸着基を有する有機物の溶液に混合することによって、金属表面に界面活性剤が形成するミセル状に有機物の分子鎖が結合した金属微粒子を製造する方法、

③金属有機化合物及び当該金属有機化合物に由来する金属成分から主として構成されており、実質的にその中心部分が金属成分からなり、その周りが金属有機化合物により取り囲まれている、平均粒径が1～100 nmである超微粒子、

④金属有機化合物を、空気を遮断した不活性ガス雰囲気下において、その金属有機化合物の分解開始温度以上、かつ、完全分解温度未満の温度で加熱することを特徴とする超微粒子の製造方法、及び、

⑤溶媒中に金属塩とアミンを溶解した溶液を還元することにより得られた溶液に、チオールまたはチオール溶液を添加することにより得られる、表面がチオールで保護された金属超微粒子およびその製造方法、

などで得られる超微粒子分散液やそれらの手法で得られた超微粒子を再分散させた超微粒子分散液が使用できる。

この分散液10に含まれる金属超微粒子は、図2A及び図2Bに示すように、実質的に金属成分からなるコア部12と、有機化合物からなる被覆層14とからなる複合金属超微粒子16であることが好ましい。こ

のような複合金属超微粒子 16 は、有機化合物からなる被覆層 14 により覆われているので安定であり、しかも溶媒中において凝集する傾向が小さい。

この複合金属超微粒子 16 における金属成分の比率は、通常は 50 ～ 90 重量％程度とすればよいが、配線に用いる場合は、通常 60 ～ 90 重量％程度、特に 70 ～ 90 重量％とするのが好ましい。

この複合金属超微粒子 16 は、有機化合物と出発物質である金属塩、例えば炭酸塩、蟻酸塩または酢酸塩由来の金属成分から構成されており、その中心部が金属成分からなり、その周りをイオン性の有機化合物が取り囲んでいる。この時、有機化合物と金属成分とは、その一部又は全部が化学的に結合した状態で一体化して存在しており、界面活性剤によりコーティングされることにより安定化された従来の超微粒子と異なり、安定性が高いとともに、より高い金属濃度においても安定である。

複合金属超微粒子 16 のコア部 12 の平均粒径は、通常 1 ～ 20 nm 程度、好ましくは 1 ～ 10 nm とする。この複合金属超微粒子 16 は、例えば非水系溶媒中で且つイオン性の有機物の存在下で金属塩、例えば炭酸塩、蟻酸塩または酢酸塩をその分解還元温度以上でかつイオン性の有機物の分解温度以下で加熱することによって製造することができる。

金属成分としては、Cu, Ag, Au, Zn, In, Si, Sn, Pd, Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Os, Ir, Pt, Cr, Mo, Ba, Bi, Al, W, Ta, Ti 及び Pb のうち少なくとも 1 種が用いられ、イオン性の有機物としては、炭酸数 5 以上の脂肪酸、アルキルベンゼンスルホン酸またはアルキルスルホン酸が用いられる。

加熱温度は、金属塩、例えば炭酸塩、蟻酸塩または酢酸塩の分解還元温度以上でかつイオン性の有機物の分解温度以下である。例えば、酢酸銀の場合、その分解還元温度が 200 °C であるので、200 °C 以上かつ

上記のイオン性有機物が分解しない温度に保持すればよい。この場合、イオン性有機物が分解しにくいようにするため、加熱雰囲気は、不活性ガス雰囲気であることが好ましいが、非水溶剤の選択により、大気下においても加熱可能である。

また、加熱するに際し、各種アルコール類を添加することもでき、反応を促進することが可能になる。アルコール類は、上記効果が得られる限り特に制限されず、例えばラウリルアルコール、グリセリン、エチレングリコール等が挙げられる。アルコール類の添加量は、用いるアルコールの種類等に応じて適宜定めることができるが、通常は重量部として金属塩 100 に対して 5 ~ 20 程度、好ましくは 5 ~ 10 とすればよい。

加熱が終了した後、公知の精製法により精製を行う。精製法は例えば遠心分離、膜精製、溶媒抽出等により行えばよい。

このようにして作製した複合金属超微粒子 16 を、適当な溶媒中に分散させることにより、分散液 10 を作製する。このような分散液 10 は、分散粒子である複合金属超微粒子 16 が非常に細かいので、複合金属超微粒子 16 を混合して攪拌した状態ではほぼ透明であるが、溶媒の種類、複合金属超微粒子の濃度、温度等を適宜に選択することにより、表面張力、粘性等の物性値を調整することができる。

次に、図 1 B に示すように、基板 18 の表面に分散液 10 を塗布して該分散液 10 からなる分散液膜 20 を形成する。この基板 18 としては、Si, Ga, As, InP のような半導体基板、サファイヤ、マグネシア、石英、その他強誘電体、金属、ガラス等が挙げられ、特に限定されない。特に、半導体配線向けでは、基板への金属の拡散を防ぐバリアメタル層があるもの、更にその上にシード層があるものが挙げられる。また、分散液 10 の塗布方法は、スプレー、スピンコートなどの液を塗布する方法や、スクリーン印刷などのペーストを塗布する方法などを用途

により選別すればよい。

そして、図 1 C に示すように、基板 18 の表面に塗布した分散液膜 20 の溶媒を蒸発させてコーティング層 22 を形成する。この分散液膜 20 の乾燥方法は、低沸点の有機溶媒では、空気中での乾燥、高沸点の有機溶媒では、加熱、真空乾燥などを組合せる方法などで行えばよい。

次に、図 1 D に示すように、例えば、不活性ガス雰囲気中または真空中で、基板 18 の表面に形成されたコーティング層 22 に向けて、例えば電子線からなるエネルギービーム 24 を照射する。これにより、コーティング層 22 に含まれる有機物を分解除去し該コーティング層 22 に含まれる金属を結合させて、基板 18 の表面に金属含有有機化合物に含まれる金属成分のみからなる金属薄膜 26 を形成する。

このエネルギービーム（電子線）24 の加速電圧は、特に限定はされないが、エネルギービーム 24 がコーティング層 22 に到達すればよい。より好適には 150 kV 以下であり、この加速電圧では、空気中、もしくは不活性ガス中などの真空以外の雰囲気にエネルギービーム 24 を取り出すこともできる。また、低加速電圧ほど吸収効率が上がるため、加速電圧を調整することで、コーティング層 22 にのみ効率的にエネルギービーム 24 を吸収させるようにすることができる。これにより、基板 18 を加熱することなく、有機物を除去することもできる。

ただし、この領域の加速電圧をコーティング層 22 に照射して上記のような効果を得るには、エネルギービーム照射装置の窓材として、薄くてエネルギービームを吸収しにくいものを使用する必要がある。窓材でのエネルギービーム吸収量が多すぎると、上記の加速電圧では、エネルギービームが被対照物であるコーティング層 22 に届かなかつたり、窓材が加熱されて空冷の限界を超えるなどの問題が起こることが知られているからである。窓材としては、Si, Ti などが好適に用いられる。

図 3 A 乃至図 7 B は、半導体基板上に形成された高度集積回路における微細な配線を形成するのに適用した本発明の第 2 の実施の形態の金属薄膜の成膜方法を工程順に示す。

先ず、図 3 A 及び図 3 B に示すように、基板 1 8 の表面に分散液 1 0 を接触させ、この基板 1 8 の表面に付着した分散液 1 0 の溶媒を蒸発させる処理を、必要に応じて複数回繰り返して行い、所定の厚みを有するコーティング層 2 2 を形成する。

この分散液 1 0 を基板 1 8 の表面に接触させる方法としては、分散液を容器に入れて液溜まりを形成し、これに基板を浸漬させる浸漬法、分散液を基板に向けて吹き付けるスプレー塗布法、分散液を基板上に滴下した後、基板を回転させるスピコート等の各種の方法が挙げられる。この際、基板面の不要箇所にマスキングをしてもよい。また、溶媒の乾燥は、常温ないし加熱下で行うことができる。

次に、図 4 A 及び図 4 B に示すように、コーティング層 2 2 の配線パターンに沿った所定の位置に光レーザや電子線等のエネルギービーム 2 4 を照射し、これによって、このエネルギービーム 2 4 を照射した照射部位 A に位置するコーティング層 2 2 に含まれる有機物を分解除去し該コーティング層 2 2 に含まれる金属を結合させて、金属パターン 3 0 を形成する。つまり、分散液 1 0 として、図 2 A 及び図 2 B に示すように、実質的に金属成分からなるコア部 1 2 と、有機化合物からなる被覆層 1 4 とからなる複合金属超微粒子 1 6 からなる金属超微粒子を分散させたものを使用した場合には、照射部位 A に位置する複合金属超微粒子 1 6 を、この被覆層（有機化合物）1 4 がコア部 1 2 からの離脱する温度、或いは被覆層 1 4 の分解温度以上にエネルギービーム 2 4 を介して加熱することで、コア部 1 2 から被覆層 1 4 を離脱させるか、或いは被覆層 1 4 を分解して消滅させ、同時にコア部 1 2 を結合させる。

なお、この例では、コーティング層 22 の所定の位置をエネルギービーム 24 でスキャンした例を示しているが、下記のように、マスクを使用して、エネルギービームを基板の全面に一括して照射するようにしてもよい。

次に、図 5 A 及び図 5 B に示すように、基板 18 の表面に残った金属含有有機化合物、即ち、コーティング層 22 の前記エネルギービーム 24 の照射部位 A 以外に位置する金属含有有機化合物を適当な溶媒に再溶解させて除去して、配線パターンに沿った金属パターン 30 を露出させる。この時、基板 18 の表面に残った、例えば図 2 A 及び図 2 B に示す複合金属超微粒子 16 にあっては、被覆層 14 が消滅していないため、前述と同様、溶媒に容易に溶解する。

次に、図 6 A 及び図 6 B に示すように、基板 18 の表面に絶縁膜 32 を積層して焼き付ける。この絶縁膜 32 は、金属パターン 30 を分離するためのもので、この積層高さを金属パターン 30 の膜厚より高く設定する。

そして、図 7 A 及び図 7 B に示すように、絶縁膜 32 の表面に該絶縁膜 32 の表面が金属パターン 30 の表面と面一となるように CMP（化学機械研磨）処理を施して、金属パターン 30 の表面を外部に露出させ、この金属パターン 30 によって、絶縁膜 32 内に埋め込まれた金属配線を形成する。

なお、前記実施の形態においては、超微粒子として複合金属超微粒子を使用し、これを溶媒中に分散させて超微粒子分散液を形成した例を示しているが、この複合金属超微粒子の代わりに一般に知られた金属のみからなる超微粒子を使用し、これを溶媒中に分散させて超微粒子分散液を形成するようにしてもよく、また金属錯体を用いてもよいことは勿論である。

次に、図 8 乃至図 18 を参照して、前述の金属薄膜の成膜方法を実現する本発明の成膜装置を説明する。

図 8 は、成膜装置を内部に配置した矩形状の屋内設備 40 を示すもので、この屋内設備 40 の天井には、下記の分散液供給部 64 及び予備乾燥部 68 内の排ガスを排気する排気ダクト 42 と、エネルギービーム照射部 72 及び絶縁膜形成部 75 内の排ガスを排気する排気ダクト 44 と、研磨 (CMP) 部 78 等の空調を行う空調設備 46 が備えられている。更に、側壁の一部には、基板 18 を収納したカセット 48 を出し入れする出入りポート 50 とコントロールパネル 52 が設けられている。

この屋内設備 40 は、例えば、図 9 に示すように、クリーンルームのユーティリティゾーン 54 内に、該ユーティリティゾーン 54 とクリーンゾーン 56 を仕切る仕切壁 58 に設けた開口に屋内設備 40 の端部が位置して出入りポート 50 とコントロールパネル 52 がクリーンゾーン 56 内に露出するように配置される。そして、両排気ダクト 42, 44 は、共通する 1 本の排気ダクト 45 に連通し、この排気ダクト 45 は、ユーティリティゾーン 54 の外部に延出している。

屋内設備 40 の内部は、図 10 に示すように、出入りポート 50 を有するロード・アンロード部 60 と、分散液供給装置 62 を収納した分散液供給部 64 と、予備乾燥装置 66 を収納した予備乾燥部 68 と、エネルギービーム照射装置 70 を収納したエネルギービーム照射部 72 と、絶縁膜形成装置 74 を収納した絶縁膜形成部 75 と、研磨装置 76 を収納した研磨部 78 に区分されている。これらの各装置 62, 66, 70, 74, 76 は、一連の成膜作業が連続的に行えるように基板の流れ方向に沿ってシーケンス状に配置されている。ここに、分散液供給部 64 及び予備乾燥部 68 は、有機溶媒が有する爆発性を考慮して、防爆構造が採用されている。

上記装置 62, 66, 70, 74, 76 は、それぞれ独立の制御コンピュータにより運転管理されるが、これらの各運転情報を各コンピュータ間で情報交換する工程管理コンピュータ 80 が備えられ、この工程管理コンピュータ 80 による工程のフィードバック管理を用いことで、工程を一体として最適化することができるようになっている。

これらの運転管理情報の中には、その場分析装置による品質管理情報が含まれており、例えば、コーティング層を形成する工程でコーティング層の厚さに不足の傾向があれば、これを予め予測して当該工程時間を延伸し、その情報をエネルギービーム照射工程にフィードバックして、仕掛品を一次保管場所に停滞させるとともに、次の仕掛品の処理をオペレータの指示なく延伸することで、製品品質を向上させ、歩留まりを上げることができるように構成されている。

なお、この例にあっては、1 個の出入りポートを備え、この内部に 1 個のカセットを収納するようにしているが、2 個の出入りポートを備え、この各出入りポート内にそれぞれカセットを収納するようにしても良いことは勿論である。

図 11 及び図 12 は分散液供給装置 62 を示す。この分散液供給装置 62 は、前記分散液 10 を基板 18 の表面に供給するもので、基板 18 を該基板 18 の配線形成面（表面）を上向きに保持して回転させる基板保持部 84 と、この基板保持部 84 で保持した基板 18 の周囲を囲繞する有底カップ状の飛散防止板 86 とを有している。基板保持部 84 は、その上面に基板 18 を吸着保持する真空チャックを備え、サーボモータ 88 から延びる回転軸 90 の上端に連結されて、サーボモータ 88 の駆動に伴って回転するようになっている。飛散防止板 86 は、有機溶媒に耐える材料、例えばステンレスで構成されている。

基板保持部 84 で保持した基板 18 の表面の中央部又は中央部よりや

やずらした地点の上方に位置して、分散液 10 を滴下する分散液供給ノズル 92 が下方に向けて配置され、この分散液供給ノズル 92 は、アーム 94 の自由端に連結されている。このアーム 94 の内部には、所定量の分散液 10 を供給する、例えばシリンジポンプ等の定量供給装置 96 から延びる配管が配置され、この配管は分散液供給ノズル 92 に連通している。

また、基板保持部 84 で保持した基板 18 の周辺部上方に位置して、洗浄液を基板 18 のベベル部に向けて供給するベベル洗浄ノズル 98 が下方に向け内方に傾斜して配置され、更に、基板保持部 84 で保持した基板 18 の下方に位置して、ガスまたは洗浄液を基板 18 の裏面に向けて供給する複数の裏面洗浄ノズル 100 が上方に向け外方に傾斜して配置されている。飛散防止板 86 の底部には、ドレン穴 86a が設けられている。

これにより、基板 18 を基板保持部 84 で保持しサーボモータ 88 を駆動して、例えば 300～500 rpm、より好ましくは、400～500 rpm で回転させながら、基板 18 の表面の中央部に分散液供給ノズル 92 から所定量の分散液 10 を滴下し、基板 18 の表面を分散液 10 が覆った時にこの滴下を停止することで、分散液 10 を基板 18 の表面に均一に塗布する。この時、ベベル洗浄ノズル 98 から、例えばメタノールやアセトン等の親水性有機溶媒、またはエタノールやイソプロピルアルコール等の洗浄液を基板 18 のベベル部に同時に供給することで、分散液 10 の縁垂れや回り込みを防止し、かつ裏面洗浄ノズル 100 から、N₂ ガスまたは空気等のガス、または前記ベベル部に供給する洗浄液と同じ洗浄液を基板 18 の裏面に供給し、この気流または洗浄液で基板 18 の裏面の汚染を防止する。

そして、分散液 10 の滴下を停止した状態で、サーボモータ 88 を介

して基板 18 を回転させるスピン乾燥（風乾）を施すことで、基板 18 の塗布した分散液 10 中の溶媒を蒸発させる。

このように、基板 18 の配線形成面に分散液 10 を付着させスピン乾燥させる工程を、必要に応じて、複数回繰り返して行って、基板 18 上に残るコーティング層 22（図 1 C、図 4 参照）が一定の厚さに達した時に、この操作を停止する。

なお、最後に基板をより高速で回転させることで、溶媒の乾燥を早めるようにしても良い。また、余分な分散液 10 と基板のベベル部及び裏面の洗浄に使用された洗浄液は、ドレン穴 86 a から外部に排出される。

図 13 は、予備乾燥装置 66 を示すもので、これは、基板 18 をその表面を上向きにして保持する基板保持台 110 と、この基板保持台 110 の上方に配置した、例えばランプヒータ 112 を有する加熱装置 114 とを有している。

この予備乾燥装置 66 は、前述の分散液供給装置 62 によるスピン乾燥では蒸発しきれていない溶媒を乾燥させるためのもので、例えば非常に薄くコーティングする場合等、分散液供給装置 62 によるスピン乾燥によって溶媒が十分に乾燥される場合には、必ずしも必要ではない。

つまり、基板 18 の表面に堆積したコーティング層 22（図 1 C、図 4 参照）中に有機溶媒が残っている状態で、この表面にエネルギービームを照射させて金属薄膜を形成すると、金属薄膜の内部にボイドが発生する場合がある。そこで、予備乾燥装置 66 で溶媒を完全に乾燥させることで、このようなボイドの発生を防止するのであり、この予備乾燥装置 66 の加熱温度は、超微粒子の分解までいかない温度、例えば 100℃程度が好ましく、これにより、超微粒子の分解によって、予備乾燥装置 66 が汚れてしまうことを防止することができる。

図 1 4 及び図 1 5 は、エネルギービーム照射装置 7 0 を示す。このエネルギービーム照射装置 7 0 は、複数のエネルギービーム発生器 1 2 0 を一面に配置して収納したランプハウス 1 2 2 と、このランプハウス 1 2 2 の底部に出入れ自在な搬送台 1 2 4 を有している。このエネルギービーム発生器 1 2 0 は、その走査管 1 2 6 のビーム取出し口 1 2 8 を下向きして配置されている。そして、搬送台 1 2 4 の上面に基板 1 8 をそのコーティング層形成面を上向きにして載置し、この搬送台 1 2 4 をランプハウス 1 2 2 の底部に装着した後、エネルギービーム発生器 1 2 0 からエネルギービーム（電子線）2 4（図 1 D 及び図 4 参照）を基板 1 8 に向けて照射し、これによって、コーティング層 2 2 に含まれる有機物を分解除去し該コーティング層 2 2 に含まれる金属を結合させて、基板 1 8 の表面に金属含有有機化合物に含まれる金属成分のみからなる金属薄膜 2 6（図 1 D 参照）または金属パターン 3 0（図 4 参照）を形成するようになっている。

ここで、この例では、エネルギービーム発生器 1 2 0 として、例えば 3 0 ～ 7 0 k V 程度の低加速電圧で電子線を照射する電子ビーム発生器を使用し、しかも基板 1 8 の一面に一括して照射するようにしている。これにより、例えば、図 1 D に示す金属薄膜 2 6 を形成する場合には、図 1 6 A に示すように、エネルギービーム（電子線）2 4 を基板 1 8 に直接照射し、図 4 に示す金属パターン 3 0 を形成する場合には、図 1 6 B に示すように、所定のパターンを形成したマスク 1 3 0 をビーム取出し口 1 2 8 の下方に配置し、このマスク 1 3 0 を通過させて、エネルギービーム（電子線）2 4 を基板 1 8 に照射するようにしている。なお、前述のように、コーティング層 2 2 の所定の位置をエネルギービーム 2 4 でスキャンするようにしても良いことは勿論である。

図 1 7 は、基板 1 8 の表面に化学機械研磨（CMP）処理を行って余

分な絶縁膜を除去する研磨装置 76 を示すもので、これは、上面に研磨布（研磨パッド）170 を貼付して研磨面を構成する研磨テーブル 172 と、基板 18 をその被研磨面を研磨テーブル 172 に向けて保持するトップリング 174 とを備えている。そして、研磨テーブル 172 とトップリング 174 とをそれぞれ自転させ、研磨テーブル 172 の上方に設置された砥液ノズル 176 より砥液を供給しつつ、トップリング 174 により基板 18 を一定の圧力で研磨テーブル 172 の研磨布 170 に押圧することで、基板 18 の表面を研磨するようになっている。砥液ノズル 176 から供給される砥液としては、例えばアルカリ溶液にシリカ等の微粒子からなる砥粒を懸濁したものを扱い、アルカリによる化学的研磨作用と、砥粒による機械的研磨作用との複合作用である化学的・機械的研磨によって基板 18 が平坦かつ鏡面状に研磨される。

このような研磨装置 76 を用いて研磨作業を継続すると研磨布 170 の研磨面の研磨力が低下するが、この研磨力を回復させるために、ドレッサー 178 を設け、このドレッサー 178 によって、研磨する基板 18 の交換時などに研磨布 170 の目立て（ドレッシング）が行われている。このドレッシング処理においては、ドレッサー 178 のドレッシング面（ドレッシング部材）を研磨テーブル 172 の研磨布 170 に押圧しつつ、これらを自転させることで、研磨面に付着した砥液や切削屑を除去すると共に、研磨面の平坦化及び目立てが行なわれ、研磨面が再生される。

上記のように構成した成膜装置によれば、まず、出入りポート 50 内に基板 18 を収納したカセット 48 を入れ、このカセット 48 から 1 枚の基板 18 を取出して分散液供給部 64 の分散液供給装置 62 に搬送する。そして、この分散液供給装置 62 で基板 18 の表面に分散液 10 を供給してスピン乾燥させ、この操作を必要に応じて複数回繰返して、コ

ーティング層 22 (図 1 C 及び図 4 参照) を形成し、これが所定の厚さに達したら、必要に応じて、基板 18 を予備乾燥装置 66 に搬送して、この予備乾燥装置 66 でコーティング層 22 内の溶媒を蒸発させる。

次に、このコーティング層 22 を形成した基板 18 をエネルギービーム照射部 72 のエネルギービーム照射装置 70 に搬送し、この基板 18 を載置した搬送台 124 をランプハウス 122 の底部に装着し、エネルギービーム発生器 120 からエネルギービーム (電子線) 24 (図 1 D 及び図 4 参照) を基板 18 に向けて照射して、金属含有有機化合物に含まれる金属成分のみからなる金属薄膜 26 (図 1 D 参照) または金属パターン 30 (図 4 参照) を形成する

次に、基板 18 の表面に残った金属含有有機化合物を適当な溶媒に再溶解させて除去して、配線パターンに沿った金属パターン 30 を露出させ (図 5 参照)、しかる後、この基板 18 を絶縁膜形成部 75 の絶縁膜形成装置 74 に搬送し、基板 18 の表面に絶縁膜 32 を積層して焼き付ける (図 6 参照)。

そして、絶縁膜形成後の基板 18 を研磨部 78 の研磨装置 76 に搬送し、この研磨装置 76 で基板 18 の表面に化学機械研磨処理を行って余分な絶縁膜を除去し (図 7 参照)、しかる後、この基板 18 をカセット 48 に戻す。この成膜装置によれば、この一連の作業を連続して行うことができる。

図 18 は、本発明の成膜装置の他の例を示すもので、これは、内部に搬送ロボット 220 を備えた中央の搬送室 222 を中心として、分散液供給装置 62 を収納した分散液供給室 224、予備乾燥装置 66 を収納した予備乾燥室 225、エネルギービーム照射装置 70 を収納したエネルギービーム照射室 226、絶縁膜形成装置 74 を収納した絶縁膜形成室 227、研磨装置 76 を収納した研磨室 228、及び所定の位置に複

数のストックヤード（仮置き室）230を放射状に設け、更にロード・アンロード室232と搬送室222との間に、内部に走行ロボット234を配置した第2の搬送室236を配置し、更に各運転情報を各コンピュータ間で情報交換して工程を一体として最適化する工程管理コンピュータ238を備えたものである。

この配線形成装置によれば、分散液供給装置62を収納した分散液供給室224、予備乾燥装置66を収納した予備乾燥室225、エネルギービーム照射装置70を収納したエネルギービーム照射室226等をユニット化することができ、また、分散液供給作業、エネルギービーム照射作業の各作業を個別に行い、かつこれらの作業を組合わせて配線形成処理を行うことができる。

（実施例1）

有機アニオン性物質としてオレイン酸を用い、金属源として酢酸銀を用いた。容積1Lのナス型フラスコに留点2500℃のナフテン系高沸点溶媒0.5Lを入れ、その中に酢酸銀10gとオレイン酸20gを入れ、2400℃にて3時間加熱した。加熱に従って色調は、無色から薄茶色、さらに紫色に変わる。加熱後、アセトンを加え、沈殿精製を行った。

この変性した粉末を透過型電子顕微鏡で観察したところ、粒径が10nmの金属超微粒子から構成されていた。さらに粉末X線回折を行ったところ、金属銀のコアが確認された。

この超微粒子（複合金属超微粒子）からなる粉末をトルエン及びキシレンに分散させたところ、いずれの場合にも沈殿は認められず、透明な状態となった。すなわち、可溶化状態となっていることが認められた。これを超微粒子分散液として、上述した方法により基板に対して適用したところ、良好な銀配線が形成された。この抵抗値を測定したところ、 $1.8 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ であった。

(実施例 2)

有機アニオン性物質としてステアリン酸を用い、金属源として炭酸銅を用いた。容積 1 L のナス型フラスコに留点 250 °C のパラフィン系高沸点溶媒 0.5 L を入れ、その中に炭酸銅 10 g とステアリン酸 40 g を入れ、300 °C にて 3 時間加熱した。加熱に従って、色調は、薄緑色から濃緑色、さらに褐色に変わった。加熱後、メタノールを加え、沈殿精製を行った。この超微粒子（複合金属超微粒子）からなる粉末を、実施例 1 と同様の方法により基板に対して適用したところ、良好な銅配線が形成された。

(実施例 3)

有機アニオン性物質としてドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを用い、金属源として塩化金酸を用いた。容積 1 L のナス型フラスコにキシレン（異性体混合品）0.5 L を入れ、その中に塩化金酸 5 g とドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム 20 g を入れ、1500 °C にて 3 時間加熱した。加熱に従って、色調は、黄色から薄茶色、さらに赤色に変わった。加熱後、アセトンを加え、沈殿精製を行った。

この超微粒子（複合金属超微粒子）からなる粉末を、実施例 1 と同様の方法により基板に対して適用したところ、良好な金配線が形成された。

(実施例 4)

真空蒸発法で作成した銀超微粒子とナフテン酸銀とをテルピネオールに分散させ、金属を 5 wt % 含有する分散液を作成した。次に、シリコン基板をスピコーターにセットして 450 rpm で回転させ、その上方から上記銀超微粒子分散液を滴下してスピコーティングを行い、基板の表面に分散液膜を作成した。この基板を、大気中、150 °C で 60 分間加熱し分散液膜中の有機溶媒を蒸発させて、基板の表面にコーティング層を形成した。そして、この基板の表面に形成したコーティング層に、

N₂通気下で電子線を70 kVで60秒間照射して、有機物を除去した銀薄膜を得た。

(実施例5)

ナフテン酸銅をトルエンに分散させ、金属を5 wt %含有する分散液を作成した。次に、シリコン基板をスピンコーターにセットして450 rpmで回転させ、その上方から上記分散液を滴下してスピンコーティングを行い、基板の表面に分散液膜を作成した。この基板を、大気中、100℃で30分間加熱し分散液膜中の有機溶媒を蒸発させて、基板の表面にコーティング層を形成した。そして、この基板の表面に形成したコーティング層に、N₂通気下で電子線を70 kVで60秒間照射して、有機物を除去した銅薄膜を得た。

(実施例6)

ナフテン酸銅と銅粉とをトルエンに分散させ、金属を5 wt %含有する分散液を作成した。そして、実施例2と同様の手法で銅薄膜を得た。

(実施例7)

真空蒸発法により作成した銀超微粒子とナフテン酸銅及び銀粉をテルピネオールに分散させ、金属を50 wt %含有する分散液を作成した。次に、シリコン基板をスクリーン印刷機にセットしてこの表面に銀超微粒子の分散液を塗布（印刷）して分散液膜を作成した。この基板を、大気中、150℃で60分間加熱し分散液膜中の有機溶媒を蒸発させて10 μmのコーティング層を形成した。そして、この基板の表面に形成したコーティング層に、N₂通気下で電子線を70 kVで120秒間照射して、有機物を取り除いた5 μmの銀薄膜を得た。

(実施例8)

真空蒸発法で作成した銀超微粒子をテルピネオールに分散させ、平均粒径5 nmの銀超微粒子を15 wt %含有する銀超微粒子の分散液を作

成した。次に、この銀超微粒子分散液を用いてシリコン基板上のピアホールを処理した。この基板は、シリコン基板に絶縁膜として SiO_2 の絶縁層を持ち、そこに孔径 $0.15 \mu\text{m}$ (アスペクト比 5) のピアホールを空けたものであり、ピアホール内を含む基板表面には、 Ta-N のバリアメタルが $0.02 \mu\text{m}$ 形成されている。次に、シリコン基板をスピナーにセットして 450 rpm で回転させ、その上方から上記銀超微粒子分散液を滴下してスピナーコーティングを行い、基板の表面に膜厚 $8 \mu\text{m}$ の分散液膜を作成した。この基板を、大気中、 100°C で 10 分間加熱して分散液中の有機溶媒を蒸発させて、基板の表面にコーティング層を形成した。そして、この基板に形成したコーティング層に、 N_2 通気下で電子線を 70 kV で 120 秒間照射して、有機物を取り除きピアホールを完全に埋め込んだ銀薄膜を得た。

以上説明したように、この発明によれば、品質の良い金属薄膜を効率良く安定的に形成することができ、この金属薄膜を半導体回路の高集積化に対応する金属配線として用いることにより、半導体デバイスの製造方法の進歩に寄与することができる。

産業上の利用の可能性

本発明は、半導体その他の基板の表面に銅や銀等の金属薄膜を成膜する金属薄膜の成膜方法及びその装置に関する。本発明によれば、品質の良い金属薄膜を効率良く安定的に形成することができ、この金属薄膜を半導体回路の高集積化に対応する金属配線として用いることにより、半導体デバイスの製造方法の進歩に寄与することができる。

請求の範囲

1. 金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を用意する工程と、

前記分散液を基板の表面に塗布し溶媒を蒸発させてコーティング層を形成する工程と、

前記コーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去して該コーティング層に含まれる金属を結合させる工程を有することを特徴とする金属薄膜の成膜方法。

2. 前記分散液中に金属粉末を分散させたことを特徴とする請求項 1 記載の金属薄膜の成膜方法。

3. 金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を用意する工程と、

前記分散液を基板の表面に塗布し溶媒を蒸発させてコーティング層を形成する工程と、

前記コーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去し該コーティング層に含まれる金属を結合させて金属パターンを形成する工程と、

前記基板の表面に残った金属含有有機化合物を溶媒で溶解して除去する工程を有することを特徴とする金属薄膜の成膜方法。

4. 基板の表面に絶縁膜を形成する工程と、

該絶縁膜の表面を化学機械研磨処理する工程とを更に有することを特徴とする請求項3記載の金属薄膜の成膜方法。

5. 前記金属含有有機化合物は、平均粒径が1～100nmの実質的に金属成分からなるコア部と、該コア部に化学的に結合した有機物からなる被覆層とからなる複合金属超微粒子及び／または金属錯体であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の金属薄膜の成膜方法。

6. 前記実質的に金属成分からなるコア部の平均粒径が1～20nmであることを特徴とする請求項5記載の金属薄膜の成膜方法。

7. 前記エネルギービームが電子線であり、空气中、不活性ガス中または真空中で該エネルギービームの照射を行うことを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の金属薄膜の成膜方法。

8. 請求項1乃至7のいずれかに記載の成膜方法によって形成された配線を有することを特徴とする半導体装置。

9. 金属含有有機化合物を所定の溶媒に分散させた分散液を基板の表面に塗布する分散液供給装置と、

前記基板の表面に塗布した分散液中の溶媒を蒸発させて形成したコーティング層にエネルギービームを照射し照射部位に位置するコーティング層に含まれる有機物を分解除去して該コーティング層に含まれる金属を結合させるエネルギービーム照射装置とを有することを特徴とする金属薄膜の成膜装置。

10. 基板の表面に絶縁膜を形成する絶縁膜形成装置と、基板の表面に化学機械研磨処理を行って余分な絶縁膜を除去する研磨装置を更に有することを特徴とする請求項9記載の金属薄膜の成膜装置。

11. 前記分散液供給装置は、前記基板の表面に塗布した金属含有有機化合物中の溶媒蒸発も行うことを特徴とする請求項9または10記載の金属薄膜の成膜装置。

12. 前記基板の表面に塗布した金属含有有機化合物中の溶媒を予備乾燥させる予備乾燥装置を更に有することを特徴とする請求項9または10記載の金属薄膜の成膜装置。

13. 前記各装置が、基板の流れ方向に沿って、屋内設備内にシーケンス状に配置されていることを特徴とする請求項8乃至12のいずれかに記載の金属薄膜の成膜装置。

14. 前記各装置が、内部に搬送ロボットを配置した中央の搬送室を中心として放射状に配置した各部屋に個別に収納されていることを特徴とする請求項8乃至12のいずれかに記載の金属薄膜の成膜装置。

15. 前記各装置をフィードバック管理で制御するコンピュータを更に有することを特徴とする請求項13または14記載の金属薄膜の成膜装置。



1/9

FIG. 1A

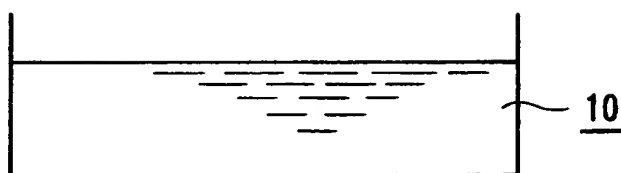


FIG. 1B

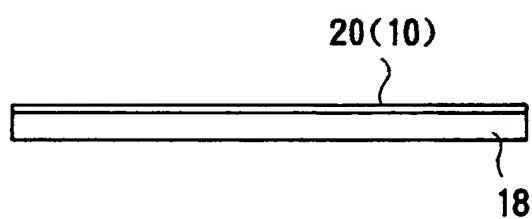


FIG. 1C

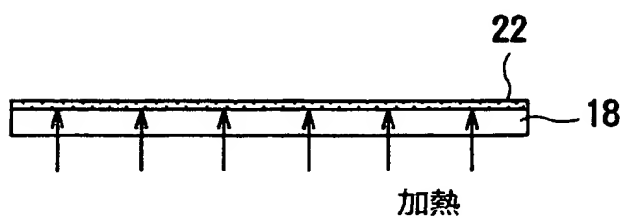


FIG. 1D

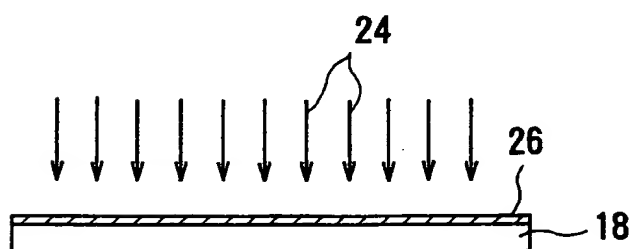




FIG. 2A

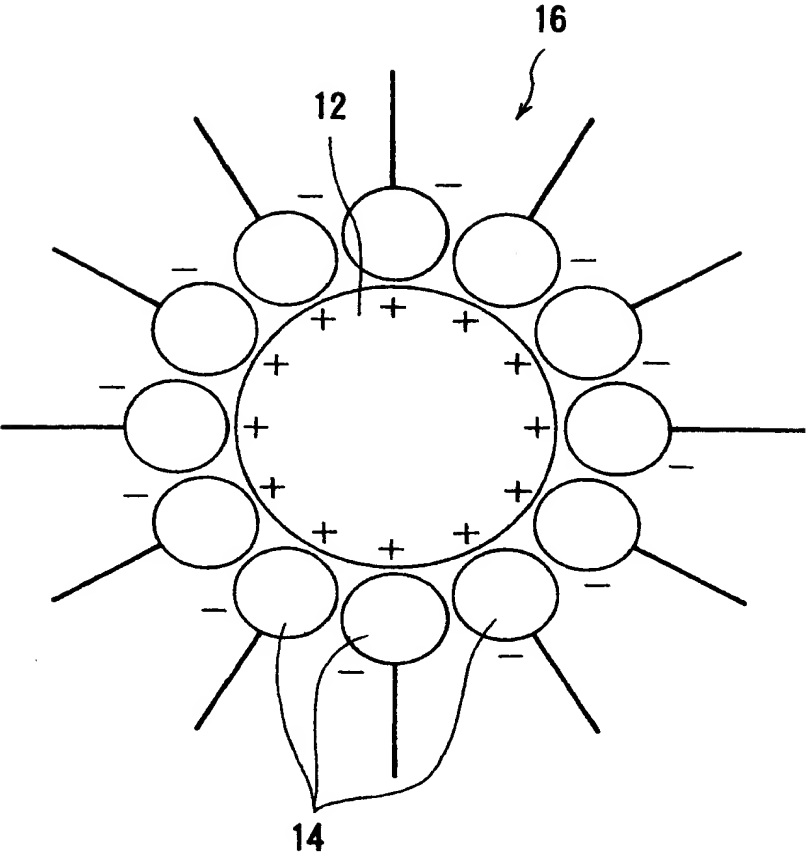


FIG. 2B

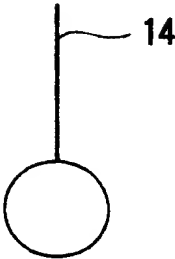


FIG. 3A

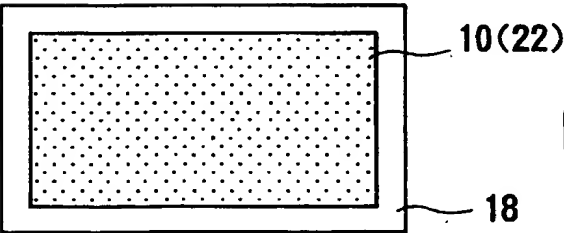
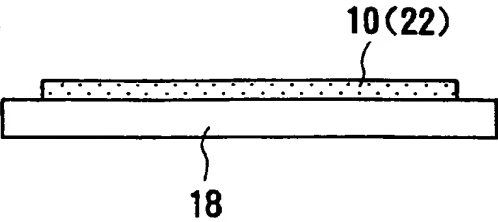


FIG. 3B





3/9

FIG. 4A

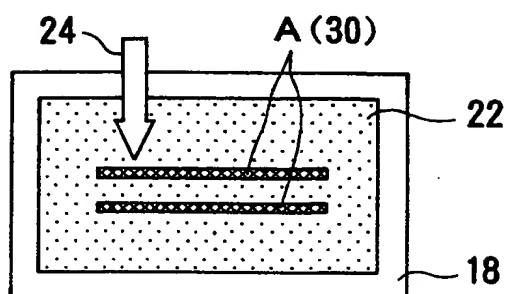


FIG. 4B

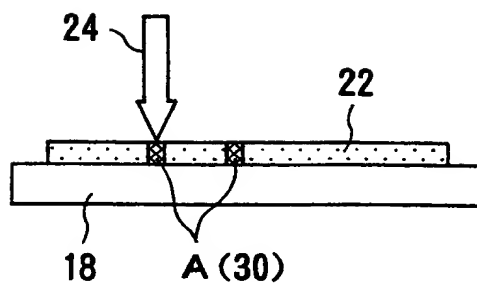


FIG. 5A

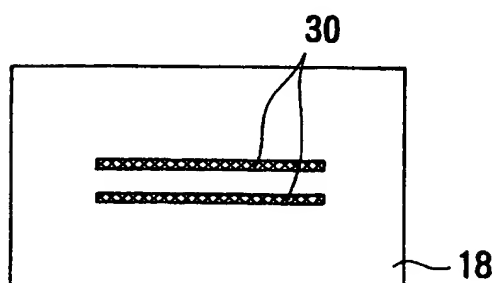


FIG. 5B

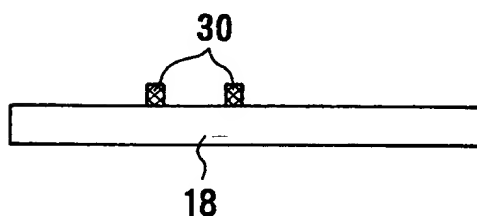


FIG. 6A

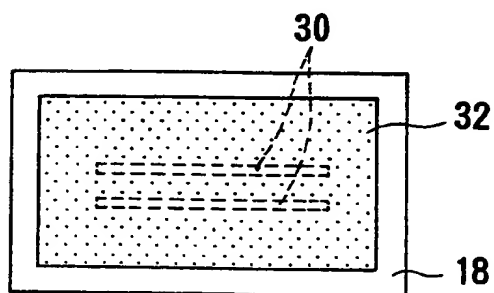


FIG. 6B

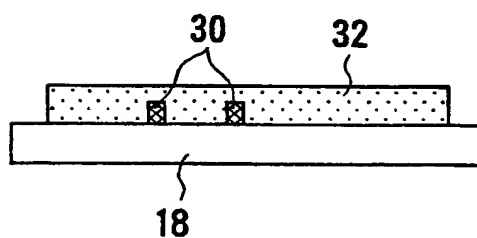


FIG. 7A

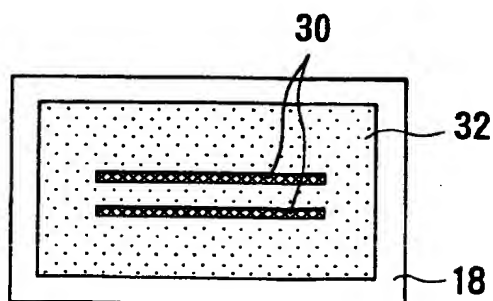
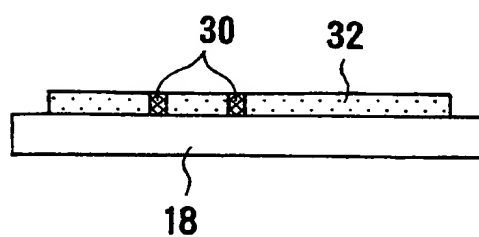


FIG. 7B





.

.

.

.

4/9

FIG. 8

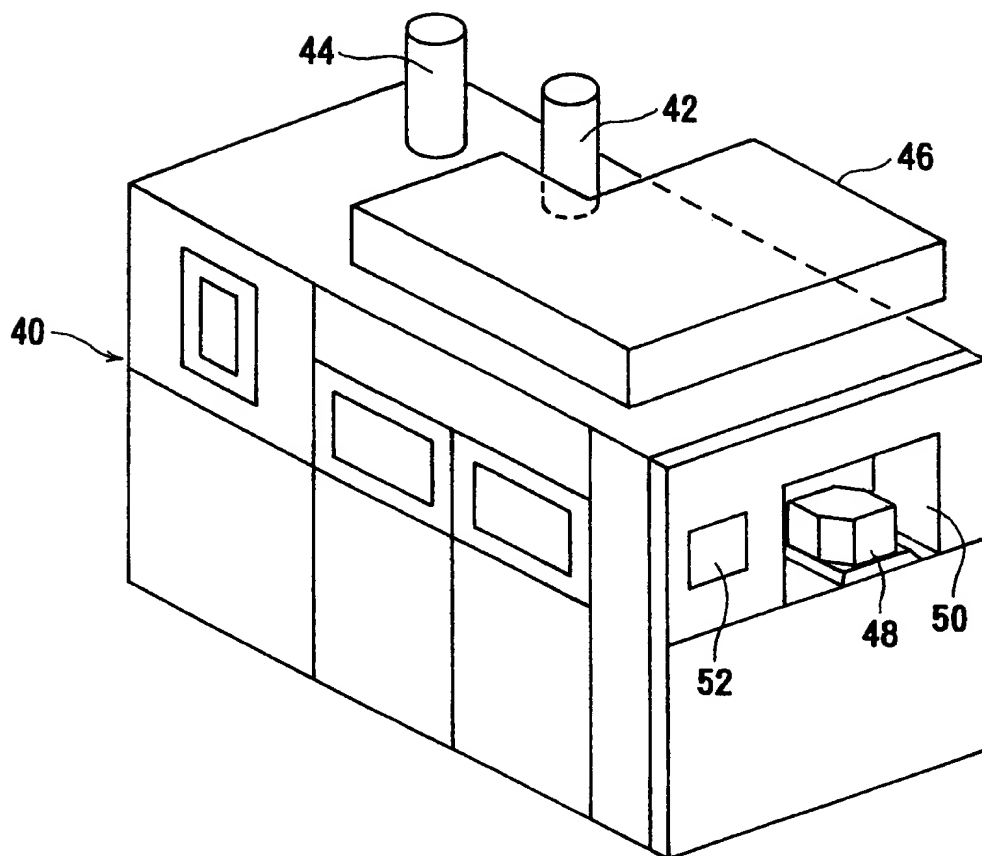
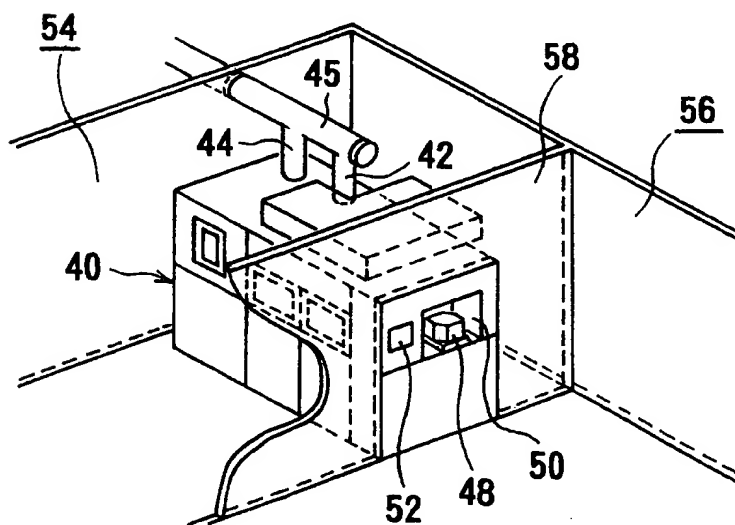


FIG. 9





5/9

FIG. 10

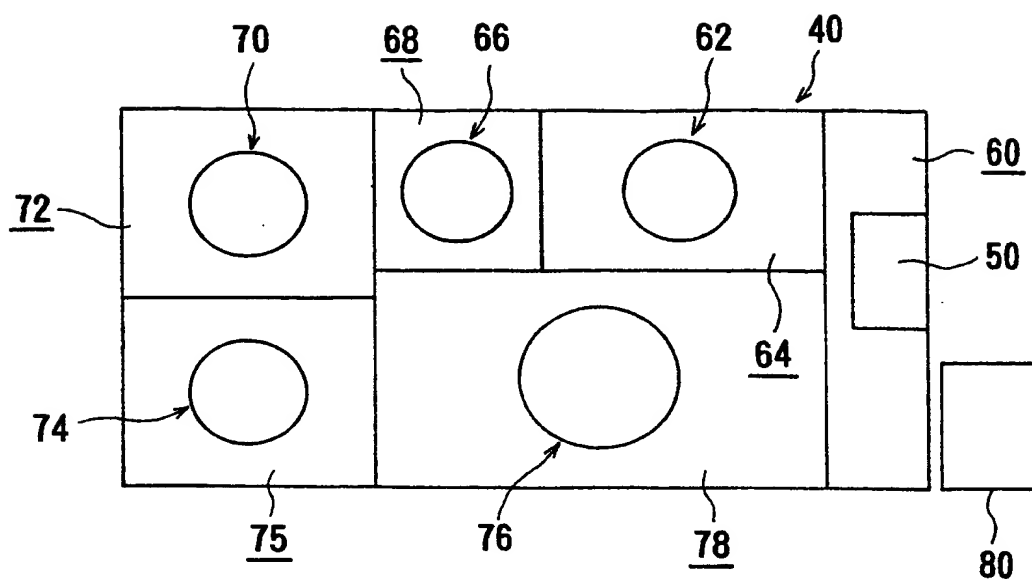
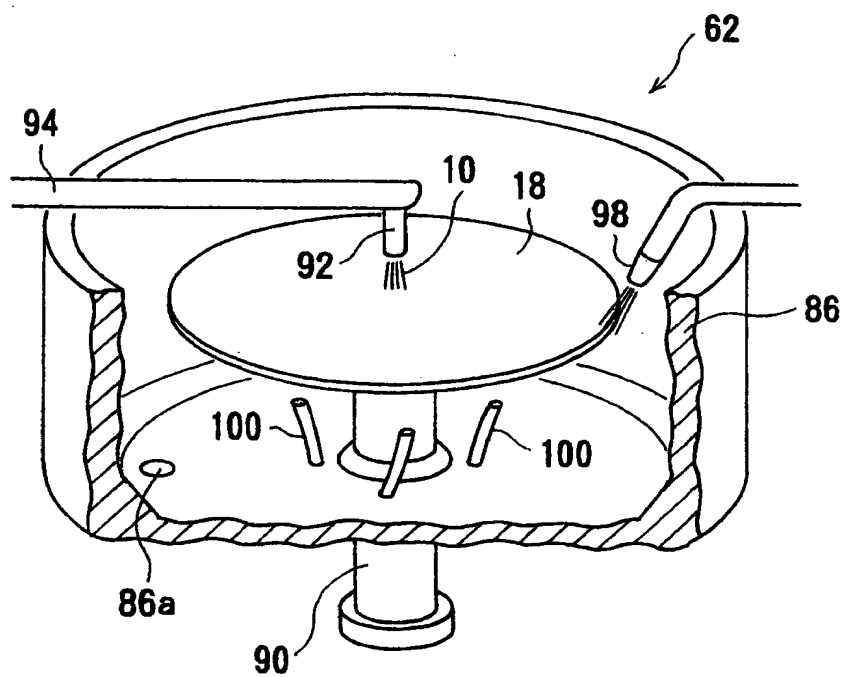


FIG. 11







7/9
FIG. 14

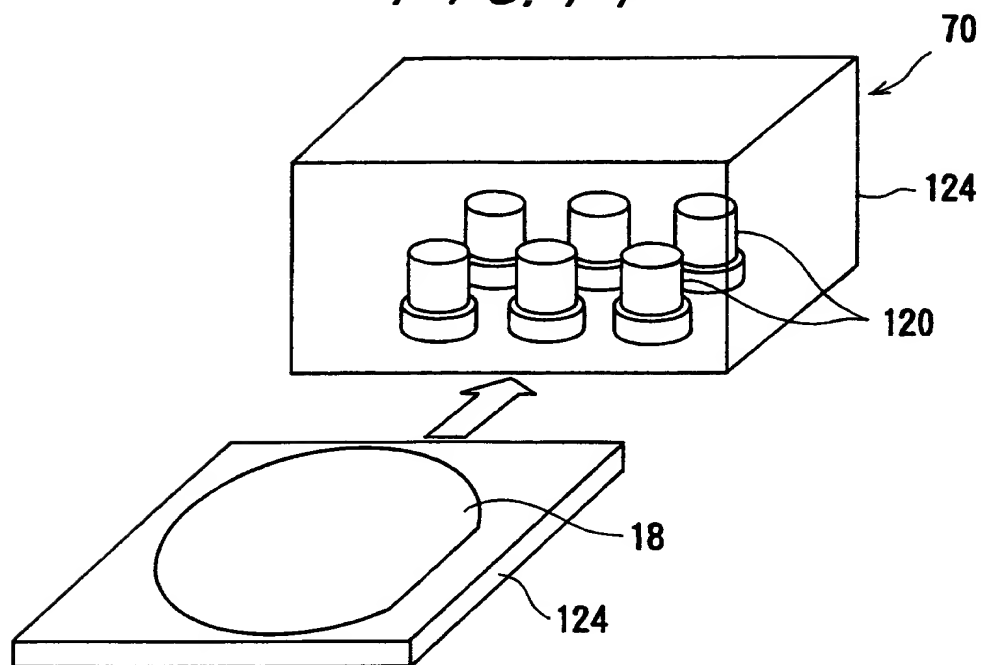


FIG. 15

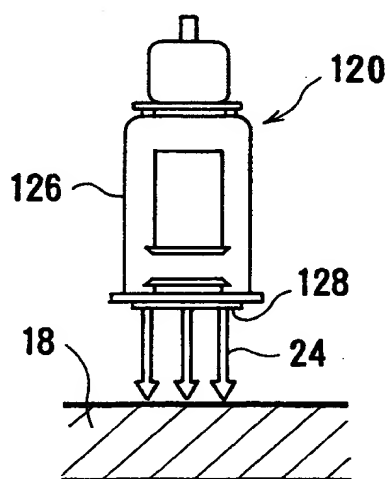
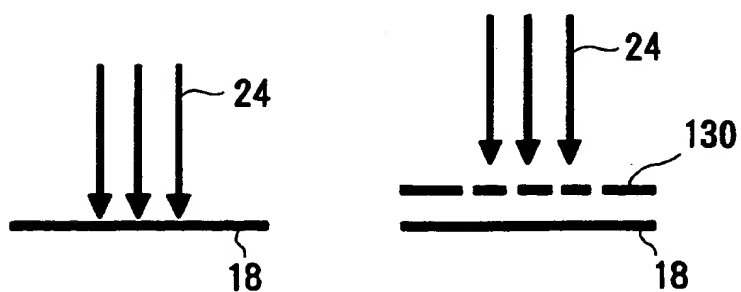


FIG. 16A FIG. 16B





r

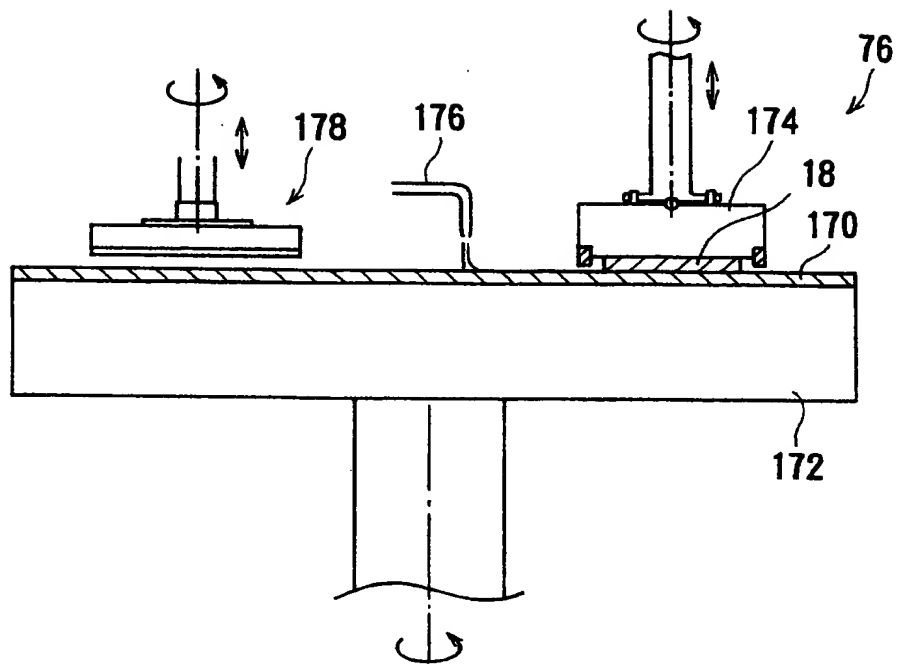
,

,

,

1

FIG. 17





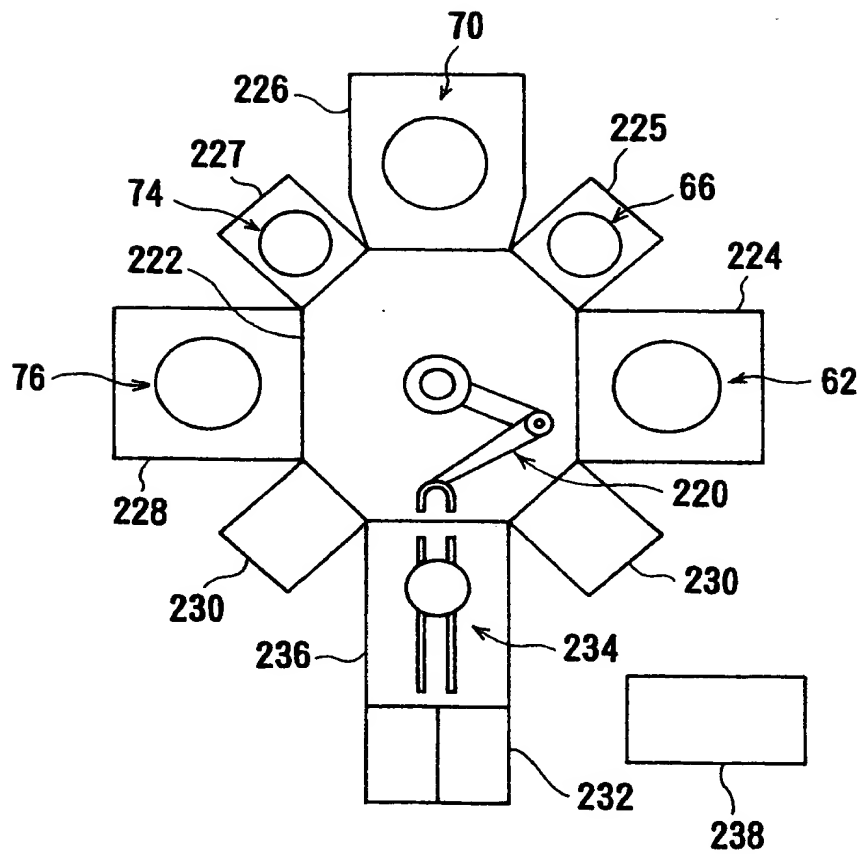
1

2

3

4

FIG. 18





1

2

3

4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 4-157727, A (Hitachi, Ltd.), 29 May, 1992 (29.05.92), Full text; Figs. 1 to 2	1-3, 7-9
Y	Full text; Figs. 1 to 2	4, 10-15
A	Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	5, 6
X	JP, 51-123582, A (Fujitsu Limited), 28 October, 1976 (28.10.76), Full text	1-3, 7-9
Y	Full text	4, 10-15
A	Full text (Family: none)	5, 6
X	JP, 3-132035, A (Toshiba Corporation), 05 June, 1991 (05.06.91), Full text; Figs. 1 to 3	1, 2
A	Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	3-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 February, 2001 (21.02.01)Date of mailing of the international search report
06 March, 2001 (06.03.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



7

8

9

10

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/08418

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 4-157727, A (株式会社日立製作所) 29. 5月. 1992 (29. 05. 92) 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-3,7-9 4,10-15 5,6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 02. 01

国際調査報告の発送日

06.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長谷山 健

4L

9171

電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P, 51-123582, A (富士通株式会社) 28. 10月. 1976 (28. 10. 76) 全文 全文 全文 (ファミリーなし)	1-3,7-9 4,10-15 5,6
X A	J P, 3-132035, A (株式会社東芝) 5. 6月. 1991 (05. 06. 91) 全文, 第1-3図 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1,2 3-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 4-157727, A (Hitachi, Ltd.), 29 May, 1992 (29.05.92), Full text; Figs. 1 to 2 - AA	1-3, 7-9
Y	Full text; Figs. 1 to 2	4, 10-15
A	Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	5, 6
X	JP, 51-123582, A (Fujitsu Limited), 28 October, 1976 (28.10.76), Full text - AB	1-3, 7-9
Y	Full text	4, 10-15
A	Full text (Family: none)	5, 6
X	JP, 3-132035, A (Toshiba Corporation), 05 June, 1991 (05.06.91), - AC	1, 2
A	Full text; Figs. 1 to 3 Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	3-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 February, 2001 (21.02.01)Date of mailing of the international search report
06 March, 2001 (06.03.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

P C T

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)
〔P C T 1 8 条、P C T 規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 P E B 2 3 2	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 8 4 1 8	国際出願日 (日.月.年) 2 9 . 1 1 . 0 0	優先日 (日.月.年) 3 0 . 1 1 . 9 9
出願人 (氏名又は名称) 株式会社荏原製作所		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 D 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/3205, H01L21/3213, H01L21/768, C23C18/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 4-157727, A (株式会社日立製作所) 29. 5月. 1992 (29. 05. 92) 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-3,7-9 4,10-15 5,6

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 02. 01

国際調査報告の発送日

06.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長谷山 健



4L

9171

電話番号 03-3581-1101 内線 3496

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 51-123582, A (富士通株式会社) 28. 10月. 1976 (28. 10. 76) 全文 全文 全文 (ファミリーなし)	1-3,7-9 4,10-15 5,6
X A	JP, 3-132035, A (株式会社東芝) 5. 6月. 1991 (05. 06. 91) 全文, 第1-3図 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1,2 3-15

THIS PAGE BLANK (USPTO)